



Méthodes de base pour l'échantillonnage et l'analyse de la biomasse ligneuse

Rapport Avantage Vol. 15 n° 5 Janvier 2015

Marian Marinescu
Sylvain Volpé
Luc Desrochers
Dominik Röser

FPInnovations est un chef de file mondial sans but lucratif qui se spécialise dans la création de solutions à vocation scientifique soutenant la compétitivité à l'échelle mondiale du secteur forestier canadien et qui répond aux besoins prioritaires de ses membres industriels et de ses partenaires gouvernementaux. Il bénéficie d'un positionnement idéal pour faire de la recherche, innover et livrer des solutions d'avant-garde qui touchent à tous les éléments de la chaîne de valeur forestière, des opérations forestières aux produits de consommation et industriels. FPInnovations compte plus de 525 personnes incluant des laboratoires de recherche situés à Québec, Montréal, Thunder Bay, Hinton et Vancouver et des bureaux de transfert de technologie à travers le pays. Pour de plus amples renseignements sur FPInnovations, veuillez visiter : www.fpinnovations.ca.

301009061 : Biomasse forestière

Rapport Avantage– Vol. 15 n° 5

Non réservé aux membres et partenaires de FPInnovations

CONTACT

D^r Marian Marinescu
Chercheur principal
Biomasse forestière
604 222-5609
marian.marinescu@fpinnovations.ca

Suivez-nous sur :



Table des matières

Mots clés	4
CONTEXTE ET FONDEMENT	4
Caractéristiques prédominantes de la biomasse	5
Normes existantes pour l'échantillonnage de la biomasse	6
Comité européen de normalisation (CEN)	6
Organisation internationale de normalisation (ISO).....	7
MÉTHODES DE BASE POUR RÉALISER UN ÉCHANTILLONNAGE ET UNE ANALYSE DE LA BIOMASSE.....	7
Méthodes d'échantillonnage.....	7
Source d'échantillonnage.....	7
Fréquence d'échantillonnage	7
Dimensions de l'échantillon	8
Prélèvement minimal	8
Outils d'échantillonnage.....	9
Échantillonnage de lots stationnaires.....	9
Échantillonnage de biomasse en mouvement.....	10
Entreposage des échantillons	10
Séparation et analyse des échantillons de biomasse	11
Séparation d'échantillons de biomasse : Mise en cône et séparation en quarts	11
Analyse de la teneur en humidité des échantillons de biomasse.....	12
Analyse de la granulométrie de la biomasse.....	13
Analyse de la densité apparente des échantillons de biomasse.....	14
Analyses effectuées dans des laboratoires spécialisés.....	15
SOURCES D'INFORMATION	15
Normes	15
Littérature.....	15

Mots clés

Biomasse, bioénergie, échantillonnage, propriétés physiques, teneur en humidité, granulométrie, densité apparente, normes

CONTEXTE ET FONDEMENT

L'échantillonnage et l'analyse de la biomasse jouent un rôle décisif dans la détermination des caractéristiques et de la valeur des combustibles de biomasse ligneuse utilisés dans les systèmes de bioénergie au Canada. Les normes d'échantillonnage et d'analyse contribuent à harmoniser les méthodes utilisées pour évaluer la qualité de la biomasse. Il n'existe pas de normes d'échantillonnage pancanadiennes; les usines qui produisent ou utilisent la biomasse ligneuse ont donc élaboré et appliqué des méthodes d'échantillonnage maison de niveau de complexité variable. Comme on prévoit une augmentation de l'utilisation de la biomasse ligneuse au Canada, les compétences permettant de garantir sa qualité deviendront de plus en plus importantes pour limiter les coûts et maximiser l'efficacité des systèmes.

Il y a quelques années, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) a élaboré des normes d'échantillonnage de la biomasse et on s'attend à ce que ces normes soient instaurées au Canada dans un proche avenir. Le présent rapport décrit des méthodes scientifiques de base pour l'échantillonnage et l'analyse de la biomasse que les établissements pourront utiliser jusqu'à l'adoption des normes de l'ISO. L'élaboration de ces méthodes a été guidée par l'esprit des normes européennes et de l'ISO et a été conçue à partir d'entrevues avec des fournisseurs et des utilisateurs de biomasse de partout au Canada ainsi que de l'expertise de FPInnovations.

En 2012 et 2013, FPInnovations a interviewé de nombreux employés, directeurs de production et autres membres clés du personnel de nombreuses installations de partout au Canada, qui produisent ou utilisent de la biomasse ligneuse comme combustible. Il s'agissait notamment d'usines de pâte, d'usine de contreplaqué, de centrales thermiques alimentées à la biomasse et de réseaux de chaleur localisés dans l'Est et l'Ouest du Canada. Les entrevues ont été réalisées, parfois dans le cadre d'autres projets de FPInnovations, soit en personne, soit par téléphone ou par courriel, à l'aide d'un questionnaire préétabli. Les répondants comprenaient des membres de FPInnovations ainsi que des non-membres. L'objectif de cette enquête était de connaître les méthodes d'échantillonnage de la biomasse utilisées dans ces installations en l'absence de normes canadiennes.

Les résultats des entrevues ont été compilés, analysés et résumés (tableau 1). On a constaté que de nombreuses entreprises n'appliquaient pas de méthodes rigoureuses d'échantillonnage. Certaines usines n'effectuaient que de rares échantillonnages, voire pas du tout, et la taille des échantillons était petite. Dans toutes les installations, les échantillons étaient pris manuellement. La seule propriété généralement testée était la teneur en humidité, bien qu'on vérifie parfois la présence de contaminants.

Les entrevues ont permis de révéler qu'un moins grand nombre d'usines de l'Ouest canadien utilisaient des techniques d'échantillonnage de la biomasse comparativement à l'Est du Canada. Les installations de l'Est paient leurs fournisseurs de biomasse sur la base de tonne métrique verte (TMV), alors que les usines de l'Ouest les paient sur la base de tonne métrique anhydre (TMA). Dans l'Est, on utilise les

techniques d'échantillonnage principalement pour des considérations d'assurance qualité, alors que dans l'Ouest, elles sont surtout utilisées à des fins de paiement. Tous les responsables des installations de l'Est et de l'Ouest ont souhaité adopter des techniques d'échantillonnage de la biomasse pour améliorer la qualité des matières reçues ou fournies.

Tableau 1. Méthodes d'échantillonnage de la biomasse utilisées au Canada : sommaire^a

Variables d'échantillonnage	Secteur			
	Est du Canada		Ouest du Canada	
	Usines	Producteurs d'énergie à base de biomasse	Usines	Producteurs d'énergie à base de biomasse
Fréquence	10 à 100 % des camions entrants	Pas de valeur officielle	0 à 30 % des camions entrants	0 à 100 % des camions entrants
Sites	Poste de pesée ou site de déchargement (une usine de pâte a mentionné le convoyeur)	Après le déchargement et avant la combustion	Poste de pesée	Site de déchargement
Taille et points d'échantillonnage	~500 à 1000 g, n'importe où dans le chargement	~1000 g, n'importe où dans le chargement	~0.25 m ³	Non indiqué
Mode	Manuel	Manuel	Manuel	Manuel
Propriétés testées	Teneur en humidité et contaminants (évaluation visuelle)	Teneur en humidité	Teneur en humidité	Teneur en humidité
Objectifs	Assurance qualité, paiement	Assurance qualité	Paiement	Paiement
Unité de mesure utilisée	TMV	TMV	TA	TA

^a Selon l'enquête de FPIInnovations auprès de fournisseurs et de consommateurs de combustibles de biomasse ligneuse.

Caractéristiques prédominantes de la biomasse

La récente augmentation de la demande pour la biomasse ligneuse au Canada a fait ressortir une disparité fréquente entre la biomasse livrée et les caractéristiques souhaitées pour les divers procédés de bioénergie. Même pour des applications traditionnelles de combustion directe, comme les chaudières ou les fournaies à la biomasse, les caractéristiques de la matière première jouent un rôle crucial dans la faisabilité, l'efficacité et le rendement environnemental. Comme de nouvelles applications de la bioénergie sont en cours de développement, les entreprises forestières qui fournissent de la biomasse ligneuse ainsi que les producteurs de bioénergie doivent mieux connaître ces caractéristiques prédominantes la biomasse.

En ce qui concerne le rendement des chaudières, les caractéristiques suivantes sont les plus importantes :

- **Teneur en humidité.** La teneur en humidité jugée acceptable pour la combustion de la biomasse dépend de la technologie utilisée et de la capacité de la chaudière. Les chaudières de petites dimensions sont généralement conçues pour brûler du matériel avec une teneur en humidité autour de 30 % (base humide), mais les plus grosses unités, similaires à celles identifiées au cours de l'étude, peuvent accepter des matières avec des teneurs en humidité allant, et parfois même excédant, 60 % (base humide). Certains systèmes de chaudière utilisent la chaleur résiduelle pour sécher la biomasse dans la zone de chargement.
- **Taille des particules.** La taille de particules la plus courante pour alimenter les chaudières à biomasse est le « 4 po et moins », c'est-à-dire les particules qui peuvent passer dans une grille avec des ouvertures de 4 pouces (10 cm). Les systèmes à lit fluidisé sont moins sensibles à la taille des particules et peuvent accepter des particules jusqu'à 6 pouces (15 cm), et parfois plus.
- **Uniformité et distribution de la taille des particules.** L'uniformité de la taille des particules peut accroître l'efficacité de la chaudière et faciliter le contrôle de la combustion. Les normes européennes donnent des lignes directrices concernant le pourcentage de fines, c.-à-d. <3 mm (<0,1 pouce), et des particules surdimensionnées, c.-à-d. >100 mm (>4 pouces).
- **Degré de contamination.** Une teneur excessive en terre, sable et gravier peut entraîner une scorification et un encrassement des tuyaux de la chaudière. Les pierres et le métal peuvent causer des dommages à l'équipement de déchiquetage et la contamination chimique de la biomasse peut générer des émissions nocives et augmentera la production de cendres à des niveaux supérieurs à la normale.
- **Densité apparente.** Les variations importantes de la densité de la biomasse en vrac affectent le rendement des chaudières et entraînent des ajustements continuels des vitesses d'alimentation. La densité de la biomasse en vrac peut aussi affecter considérablement les coûts de transport et d'entreposage. Ainsi, les installations de biomasse pourraient utiliser une méthode simple (décrite plus loin) pour vérifier la densité apparente des divers chargements.

Normes existantes pour l'échantillonnage de la biomasse

Comité européen de normalisation (CEN)

Les normes européennes pour les biocombustibles solides — CEN TC335 — regroupent 26 normes publiées pour la première fois en 2005. Elles couvrent une vaste gamme de sujets, dont les suivants :

- Classification des combustibles ligneux – EN 14961
- Terminologie, définitions et descriptions – EN 14588
- Échantillonnage – EN 14778
- Préparation des échantillons – EN 14780
- Densité apparente – EN 15103

- Détermination de la distribution granulométrique – EN 15149
- Détermination de la teneur en humidité – EN 14774
- Détermination de la teneur en cendres – EN 14775
- Détermination du pouvoir calorifique – EN 14918

Organisation internationale de normalisation (ISO)

L'ISO a commencé à élaborer des normes sur la biomasse en 2007 (ISO TC238). Certaines sont déjà publiées et d'autres sont en cours d'élaboration. Les normes ISO seront vraisemblablement appliquées au Canada dans les prochaines années. Ces normes se fondent en grande partie sur celles du CEN, mais couvriront éventuellement une gamme plus large de sujets, comme les types de combustibles ligneux, la santé et la sécurité, etc., afin de refléter les plus récentes pratiques ainsi que les nouveaux types de matières premières. On y trouve les sujets suivants :

- Classification des types de combustibles ligneux – ISO 17225
- Détermination de la distribution granulométrique – ISO 17827
- Détermination de la teneur en cendres – ISO 18122
- Autres en cours d'élaboration

MÉTHODES DE BASE POUR RÉALISER UN ÉCHANTILLONNAGE ET UNE ANALYSE DE LA BIOMASSE

FPIInnovations recommande d'utiliser les techniques d'échantillonnage et d'analyse de la biomasse suivantes au Canada. Elles conservent la rigueur scientifique et technique des normes du CEN et de l'ISO, tout en étant plus simples et faciles à mettre en œuvre.

Méthodes d'échantillonnage

Source d'échantillonnage

Les normes de l'ISO et du CEN précisent que l'échantillonnage de la biomasse doit se faire de façon que les échantillons représentent le plus fidèlement possible la source d'où ils sont tirés. La source, qui peut être un camion, une pile, etc., est désignée par un *lot*.

Fréquence d'échantillonnage

Échantillonnage à des fins de paiement : La fréquence dépend principalement de l'uniformité du produit livré. Lorsqu'une installation a un nouveau fournisseur de biomasse, elle doit échantillonner chaque chargement de camion jusqu'à l'atteinte d'une uniformité acceptable; la fréquence peut alors être réduite à 20 à 30 % (c.-à-d., un échantillon par 3 à 5 chargements de camion).

Échantillonnage à des fins de contrôle de la qualité : Pour maintenir ou accroître la qualité de la biomasse, l'installation qui la reçoit doit échantillonner chaque chargement.

Pour maintenir ou accroître la qualité des combustibles dans les aires d'entreposage, suivez les recommandations suivantes :

- Échantillonnez les matières entreposées de façon régulière (p. ex. chaque semaine); et
- Échantillonnez les matières chaque fois qu'elles subissent un remaniement majeur (p. ex. si les matières sont déplacées d'une aire de réception à une aire d'entreposage, ou de l'aire de récupération à la chaudière), afin de déterminer rapidement les sources de variabilité (p. ex. contamination par du gravier, changements marqués de la teneur en humidité).

Dimensions de l'échantillon

La taille des échantillons prélevés du lot dépend des caractéristiques de qualité testées, comme suit :

- **Teneur en humidité** : 6 L (3 répétitions de 2 L par échantillon).
- **Analyse de la granulométrie** : 30 L (3 répétitions¹ de 10 L par échantillon).
- **Densité apparente** : 100 L (2 répétitions de 50 L par échantillon).
- **Teneur en cendres et pouvoir calorifique** : au moins 1 g (au moins 2 répétitions).

Prélèvement minimal

Pour s'assurer d'obtenir un échantillon représentatif, prélever de petites quantités de divers endroits dans le lot (c.-à-d. le camion, le wagon, le conteneur, la pile ou sur le convoyeur). Ces petites quantités sont appelées des *prélèvements* et sont généralement d'un volume d'environ 5 L.

Prenez les prélèvements dans le lot à la main ou à l'aide d'un outil d'échantillonnage (p. ex. pelle, écope).

Utilisez cette formule simple pour calculer le nombre *minimal* de prélèvements à faire :

$$n = 10 + 0,04 P_{lot}$$

où

n est le nombre minimum de prélèvements, et

P_{lot} est le poids du lot en tonnes.

Par exemple, un minimum de 11 prélèvements (écopes de 5 L) doit être prélevé de différents endroits dans un chargement de camion de 32 tonnes de biomasse :

$$10 + (0,04 \times 32) = 11,28 = \sim 11 \text{ prélèvements.}$$

Conseil : Faites en sorte de prendre suffisamment de prélèvements (à la main, pelletées, écopes) dans le lot pour obtenir le volume total d'échantillons nécessaire pour évaluer toutes les caractéristiques de la biomasse. Par exemple, il faut 100 L pour tester la granulométrie, la densité apparente et la teneur en humidité. Ainsi, il se peut qu'il faille plus de prélèvements que le minimum.

¹ L'analyse est répétée trois fois à l'aide de répétitions de 10 L (3 × répétition de 10 L = échantillon de 30 L)

Outils d'échantillonnage

Les outils les plus courants pour procéder à l'échantillonnage sont une *pelle* ou une *écope* pour l'échantillonnage de matériaux stationnaires (figure 1) et une *boîte d'échantillonnage* pour la biomasse en mouvement (figure 2).



Figure 1. Pelle (écope) d'échantillonnage pour les sources stationnaires.

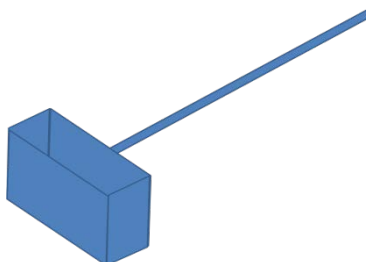


Figure 2. Boîte d'échantillonnage pour les sources en mouvement.

Conservation des échantillons

Conseil : Transférez l'échantillon dans un contenant ou un sac propre, refermable et hermétique pour préserver l'humidité jusqu'à ce que l'échantillon soit testé. S'il n'est pas possible de le tester immédiatement, il est conseillé de mettre l'échantillon au congélateur. Ramenez l'échantillon à la température ambiante lorsque vous êtes prêt à le préparer et à l'analyser.

Échantillonnage de lots stationnaires

Échantillons tirés de camions, de conteneurs et de wagons : Il est difficile d'effectuer un échantillonnage représentatif dans des camions, des conteneurs et des wagons, car certaines sections des chargements ne sont pas accessibles.

Certains camions et wagons sont équipés de petites portes pour l'échantillonnage, d'où l'on peut faire des prélèvements à différents endroits et profondeurs. S'il n'y a pas de portes ni d'autres accès, essayez, dans la mesure du possible, de faire les prélèvements à partir du dessus du chargement à différents endroits et profondeurs. Utilisez une longue sonde pour obtenir de petits prélèvements plus profondément dans le chargement.

Placez les prélèvements dans de grands sacs de plastique refermables et hermétiques.

Échantillons prélevés de piles : Faites les prélèvements sur le dessus, au milieu et dans le bas de la pile dans des proportions équivalant au volume contenu dans chacune des couches (figure 3). Pour éviter la contamination, ne pas prendre d'échantillon à moins de 300 mm du sol (à moins d'échantillonner spécifiquement pour la contamination).

Pour faciliter le transport des échantillons et assurer la sécurité, commencez l'échantillonnage sur le dessus de la pile et procédez vers le bas. Utilisez une longue sonde pour prendre des prélèvements à des endroits plus profonds dans la pile.

Placez les prélèvements dans de grands sacs de plastique refermables et hermétiques.

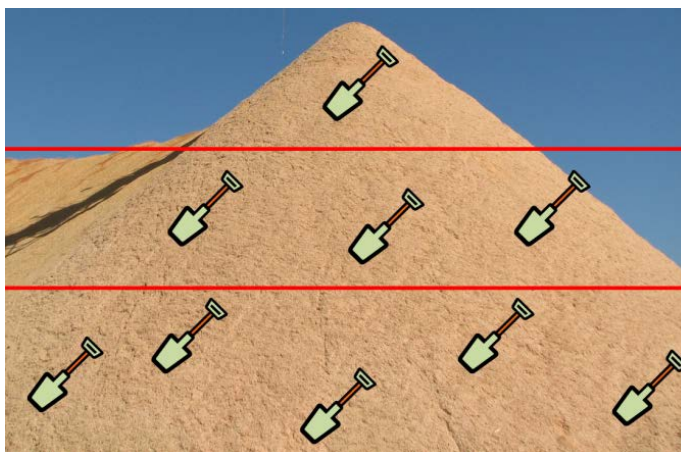


Figure 3. Exemples d'emplacements de prélèvements sur le dessus, au milieu et au bas de la pile

Échantillonnage de biomasse en mouvement

Pour ce qui est de la sécurité et de l'uniformité des matériaux de l'échantillon, l'échantillonnage de lots stationnaires est préférable à l'échantillonnage de biomasse en mouvement. Mais il est parfois nécessaire de prélever des échantillons de biomasse en mouvement, comme sur un convoyeur.

Échantillonnage sur un convoyeur : Il n'est pas sécuritaire de faire des prélèvements de biomasse à la main sur un convoyeur en mouvement. Pour obtenir des échantillons représentatifs, les meilleurs endroits pour prélever les échantillons sont aux points de transfert entre deux convoyeurs ou aux points de chute à l'extrémité des convoyeurs.

Utilisez une boîte d'échantillonnage pour prendre les prélèvements ou installez un système de collecte d'échantillons aux points de transfert ou aux points de chute.

Entreposage des échantillons

Pour déterminer leur contenu en humidité, les échantillons devraient être pesés immédiatement après l'échantillonnage afin d'éviter que de l'humidité s'échappe ou se condense sur la paroi des contenants. Les contenants devraient être mis à l'abri des rayons directs du soleil. Pour minimiser les activités microbiennes, les échantillons devraient être soumis aux analyses à l'intérieur de 24 heures. Sinon, les

échantillons peuvent être conservés au réfrigérateur pendant une période maximale de 7 jours à une température de 5 °C, et au congélateur pour des périodes plus longues.

Placez les prélèvements dans de grands sacs de plastique propres, refermables et hermétiques.

Séparation et analyse des échantillons de biomasse

Conseil : Photocopiez et faites laminer les méthodes décrites aux pages suivantes et gardez-les à portée de la main là où vous faites la séparation et/ou les analyses.

Séparation d'échantillons de biomasse : Mise en cône et séparation en quarts

Objectif : séparer l'échantillon original en sous-échantillons représentatifs de taille appropriée pour la caractéristique testée (p. ex. teneur en humidité, densité apparente).

Lieu de travail : Effectuer le test à l'intérieur, sur une surface dure, lisse et propre. Si vous devez faire le test à l'extérieur, ne le faites pas sous des conditions de pluie ou de vent. Prévoyez suffisamment d'espace pour manœuvrer autour de l'échantillon.

Matériel et équipement :

- ❑ Dalle de béton ou bâche propre
- ❑ Pelle(s) ou écope(s) propre(s)
- ❑ Longue pièce de bois (optionnel)
- ❑ Grands sacs de plastique propres, refermables et hermétiques
- ❑ Balance numérique ou analogique

Marche à suivre



Étape 1

Avec une pelle ou une écope, mélangez bien l'échantillon en déplaçant les matières quelques fois d'un côté à l'autre pour en assurer l'uniformité. Assurez-vous que les matériaux du dessus (surdimensionnés) et du dessous (particules fines) de la pile sont mélangés uniformément dans l'échantillon.



Étape 2

Formez une pile conique dans le centre de la dalle ou de la bâche.



Étape 3

Aplatissez la pile avec la pièce de bois ou avec le manche de la pelle. Il faudra peut-être deux personnes pour le faire.



Étape 4

Utilisez la pièce de bois ou le manche de la pelle pour séparer l'échantillon en quatre quarts.



Étape 5

Avec une écope ou une pelle, combinez et mélangez deux quarts opposés en diagonale pour faire une nouvelle pile. Placez les matières dans des sacs de plastique refermables et hermétiques.

Étape 6

Pesez les sous échantillons. S'ils ont le poids requis (1 kg pour l'analyse de la teneur en humidité), allez à l'étape 7. Sinon, continuez à séparer la pile en recommençant à l'étape 1, jusqu'à ce que vous obteniez la taille et le nombre suffisant de sous-échantillons. Étiquetez les sacs avec la date, l'heure, lieu du prélèvement, le fournisseur, le poids au moment de l'échantillonnage et le nom et numéro d'identification de la personne qui a fait l'échantillonnage ou la séparation.

Étape 7

Vous pouvez séparer les matières restantes en sous-échantillons pour d'autres tests. Sinon, entreposez ou éliminez les matières restantes.

Analyse de la teneur en humidité des échantillons de biomasse

Objectif : établir le pourcentage (%) de teneur en humidité H (% en poids, à l'état humide) d'un échantillon de biomasse.

Lieu de travail : Se fait en laboratoire.

Matériel et équipement :

- ❑ Balance numérique d'une capacité d'au moins 2000 g et avec une précision de 0,1 g
- ❑ Étuve de séchage
- ❑ Contenant propre, pouvant contenir au moins 300 g de biomasse
- ❑ Échantillon de biomasse de 6 L (>1 kg) (trois répétitions d'au moins 300 g chacun)

Marche à suivre :

Étape 1

Faites les étapes pour la *Séparation d'échantillons de biomasse de façon* à obtenir trois répétitions d'au moins 300 g chacun provenant d'un échantillon d'au moins 1 kg de biomasse.



Étape 2

Pesez le contenant vide et notez son poids p_t (tare).



Étape 3

Placez les matières d'une répétition dans le contenant. Pesez le contenant plein et notez le poids p_{humide} .



Étape 4

Placez le contenant dans l'étuve de séchage (four) et réglez la température à 105 °C. Laissez-le dans le four jusqu'à l'obtention d'un poids constant².

Étape 5

Pesez le contenant plein et notez le poids des matières sèches p_{sec} .

Étape 6

Calculez la teneur en humidité th (%) selon la formule suivante :

$$H (\%) = [(p_{humide} - p_{sec}) / (p_{humide} - p_t)] \times 100$$

Étape 7

Analysez les 3 répétitions et notez la moyenne.

² Un poids constant est obtenu lorsque la perte de masse entre deux pesées prises à 60 minutes d'écart ne dépasse pas 0,2 % du total de la masse perdue (EN-TS 14774-1 :2009). Le temps de séchage est tributaire de la dimension des copeaux et de l'épaisseur de l'échantillon sur le plateau, et peut varier de 5 à 24 heures (au cours de la nuit).

Analyse de la granulométrie de la biomasse

Objectif : trouver le pourcentage en poids (%) pour chaque classe de grosseur de particules p_{ct} dans l'échantillon de biomasse. Le test peut se faire avec de la biomasse séchée ou « telle que reçue », mais préférablement avec de la biomasse séchée au four.

Lieu de travail : Laboratoire.

Matériel et équipement :

- ❑ Classificateur vibrant ou oscillant pour copeaux avec des cribles à ouvertures rondes
- ❑ Balance numérique d'une capacité d'au moins 10 kg et d'une précision de 1 g
- ❑ Contenants propres, un pour chaque crible et un pour les particules fines
- ❑ 30 L de biomasse (trois répétitions de 10 L chacune)

Marche à suivre :

Étape 1

Faites les étapes pour la *Séparation d'échantillons de biomasse de façon* à obtenir 3 répétitions d'au moins 10 L chacun pour un échantillon total de 30 L de biomasse.



Étape 2

Déterminez les tailles des cribles nécessaires et placez-les dans le classificateur en ordre descendant (grandes ouvertures en haut). S'assurer d'avoir un plateau pour récupérer les particules fines dans le bas.



Étape 6

Pesez chaque contenant vide et notez son poids p_t



Étape 7

En commençant par le haut et un à la fois, retirer chaque crible de la machine et versez-en doucement tout le contenu dans un contenant, un par crible. Répéter l'opération pour chaque crible. Étiquetez les contenants en notant la taille du crible d'où proviennent les matières.



Étape 3

Pesez l'échantillon de biomasse et notez son poids p_e en grammes.



Étape 4

Placez la biomasse dans le crible du haut (ouvertures les plus grandes) et démarrez la machine.

Étape 5

Laissez la machine secouer les cribles pendant 15 minutes.

Étape 8

Pesez chaque contenant plein et notez son poids p_{ct} , où CT est la classe de grosseur/taille du crible des matières recueillies dans chaque porte-échantillon.



Étape 9

Calculez les pourcentages des classes de grosseur des particules p_{ct} (%) selon la formule suivante :

$$p_{ct}(\%) = [(p_{ct} - p_t) / p_e] \times 100$$

Étape 10

Analysez les 3 répétitions et notez la moyenne.

Analyse de la densité apparente des échantillons de biomasse

Objectif : déterminer la densité apparente (kg/m^3) de la biomasse. Le test peut se faire avec de la biomasse séchée ou « telle que reçue », et les deux formes sont typiquement utilisées.

Lieu de travail : Effectuer l'analyse à l'intérieur, sur une surface dure, lisse et propre. Si vous devez faire l'analyse à l'extérieur, ne le faites pas sous des conditions de pluie ou de vent. Prévoyez suffisamment d'espace pour manœuvrer autour de l'échantillon.

Matériel et équipement :

- ❑ Balance numérique d'une capacité d'au moins 30 kg et d'une précision de 10 g
- ❑ Pelle ou écope à biomasse
- ❑ Contenant cylindrique robuste d'un volume V connu (p. ex. 50 L = $0,05 \text{ m}^3$)
- ❑ 100 L de biomasse (deux répétitions de 50 L chacune)
- ❑ Longue pièce de bois (optionnel)

Marche à suivre :



Étape 1

Suivre les étapes pour la *Séparation d'échantillons de biomasse de façon* à obtenir deux répétitions de 50 L à partir de 100 L de biomasse



Étape 2

Pesez le contenant vide et notez son poids p_c .



Étape 3

Remplissez le contenant jusqu'à la formation d'un cône de 20 cm sur le dessus, mesuré à partir du bord du contenant.



Étape 4

À trois reprises et de façon contrôlée, laissez tomber le contenant d'une hauteur d'environ 15 cm. Certaines particules de biomasse tomberont au sol.



Étape 5

Utilisez la biomasse tombée au sol pour emplir de nouveau le contenant. Prenez la pièce de bois ou la poignée de la pelle pour niveler le matériel du dessus et enlevez les grosses particules qui dépassent du contenant.



Étape 6

Pesez le contenant plein et notez son poids p_e .
Calculez la densité apparente (DA) (kg/m^3) selon la formule suivante :
$$DA = (p_e - p_c) / V$$

Étape 7

Compléter les 2 répétitions et calculer la moyenne.

Analyses effectuées dans des laboratoires spécialisés

Les analyses qui nécessitent de l'équipement et des méthodes spécialisés sont effectuées par des laboratoires spécialisés.

Analyse de la teneur en cendres

Il s'agit d'une analyse obligatoire pour les granules de bois, mais pas toujours nécessaire pour les copeaux de bois ou les déchets de bois combustibles. Une teneur en cendres élevée dans un échantillon est une bonne indication d'une contamination accrue de la biomasse (c.-à-d. pierres, métal, sable, etc.). Cette analyse est donc cruciale pour accroître la qualité du combustible à base de biomasse et, ultimement, l'efficacité de la chaudière.

La teneur en cendres (à l'état sec) est déterminée par la masse résiduelle de résidus inorganiques après la combustion complète d'un matériau dans des conditions précises. La teneur en cendres est exprimée en pourcentage de matière sèche (masse) dans le combustible. L'échantillon, préalablement séché, est moulu pour obtenir des particules <1 mm puis chauffé en milieu contrôlé à une température de 550 °C. La température est d'abord portée à 250 °C pour éliminer les substances volatiles, puis augmentée jusqu'à 550 °C.

Analyse du pouvoir calorifique

Il s'agit d'une analyse obligatoire pour les granules de bois, mais pas toujours nécessaire pour les copeaux de bois ou les déchets de bois combustibles.

On mesure le pouvoir calorifique brut (ou la valeur calorifique la plus élevée) d'un échantillon de biomasse, tel que reçu, en le faisant brûler en présence d'oxygène dans une bombe calorimétrique. Tenant compte de l'humidité, le pouvoir calorifique brut est présenté en MJ/kg à l'état sec.

SOURCES D'INFORMATION

Normes

Comité européen de normalisation. *CEN TC335 – Solid biofuels*.

<http://www.cen.eu/>

Organisation internationale de normalisation. *ISO TC238 – Solid biofuels*.

<http://www.iso.org/>

Littérature

Marinescu, M.V. 2013. *Critical biomass attributes of the most common bioenergy and biofuel applications*. Rapport Avantage, Vol. 13, n° 10. FPInnovations, Vancouver, Colombie-Britannique.

Nader, J. 2001. *Sampling a truckload of chips: how to ensure representative samples*. Rapport Avantage, Vol. 2, n° 16. FERIC, Pointe-Claire, Québec.



Siège social

Pointe-Claire

570, boul. Saint-Jean
Pointe-Claire (Québec)
Canada H9R 3J9
T 514-630-4100

Vancouver

2665 East Mall
Vancouver (C.-B.)
Canada V6T 1Z4
T 604-224-3221

Québec

319, rue Franquet
Québec (Québec)
Canada G1P 4R4
T 418-659-2647



NOTRE NOM EST INNOVATION